

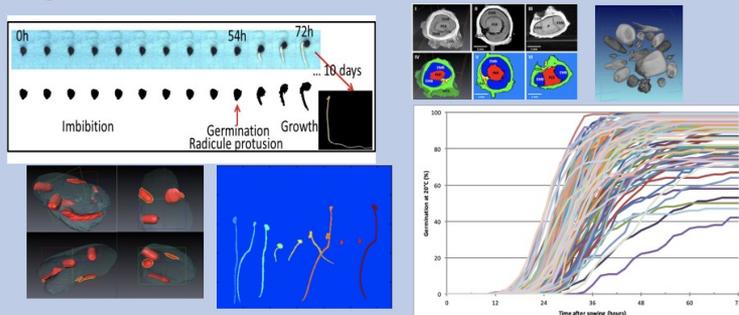
Phénotypage végétal par imagerie sur la plateforme PHENOTIC, Angers.

par Tristan BOUREAU & Etienne BELIN

Réunion annuelle du réseau ModStatSAP,
« Réseaux de capteurs, phénotypage et modélisation ».

Mercredi 14 décembre 2022

Phénotypage des qualités des semences et plantules



Loc. : **GEVES-SNES (200 m²)**

Objet étudié

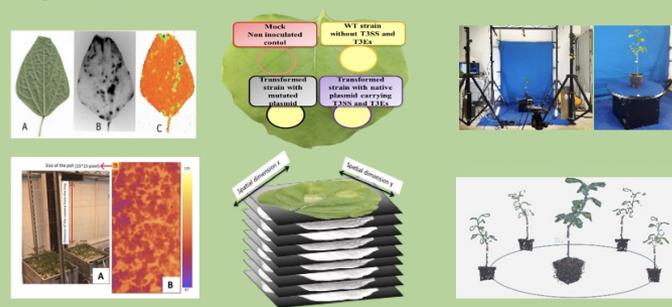
Semences sèches

Plantules

Organes isolés (feuilles)

Plantes entières

Phénotypage des parties aériennes des plantes



Loc. : **IRHS (7000 m²)**

Phénotype suivi

Cinétique germination

Cinétique élongation

Cinétique de croissance / quantification symptômes

Imagerie de forme / croissance verticale

Impact des pathogènes sur la croissance



Nov. 2021

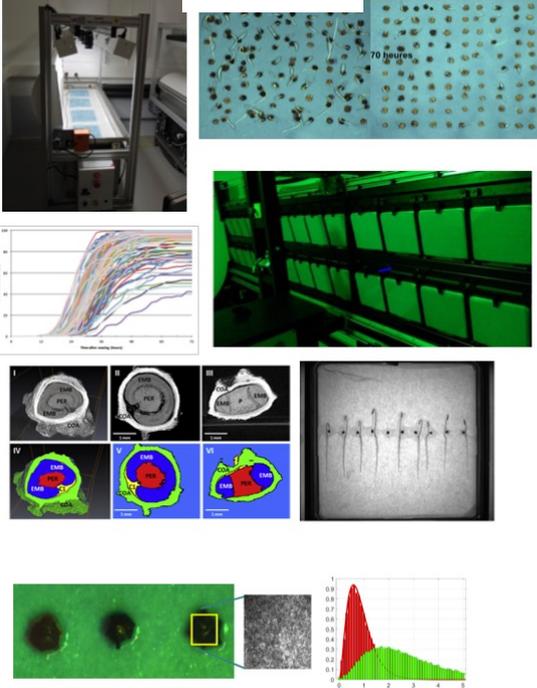
Perspective d'application: Caractérisation de l'efficacité des agents de biocontrôle et biostimulants.

Différents équipements basés imagerie

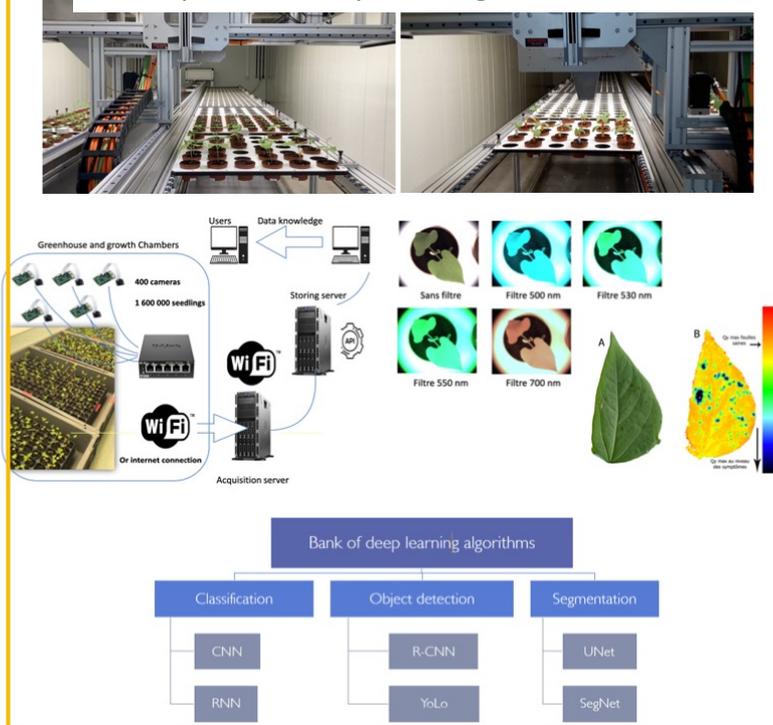
RGB, imagerie multispectrale / hyperspectrale, imagerie de profondeur, imagerie de fluorescence de chlorophylle, imagerie thermographique, spéculaire, light curtains, SFM, ...

Traitement des images : ad hoc, ML, DL

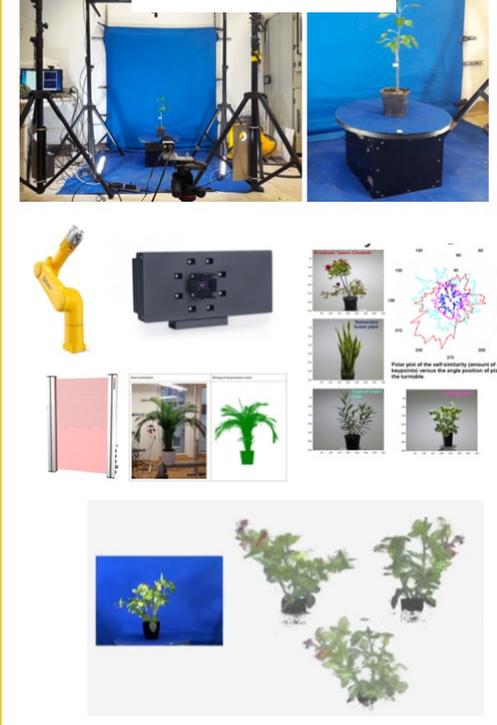
Semences



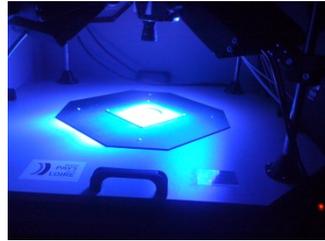
Petites plantes, canopée et organes détachés



Plantes entières



Caméras « stand alone » pour l'imagerie des interactions biotiques: RGB, fluorescence de chlorophylle et thermographie

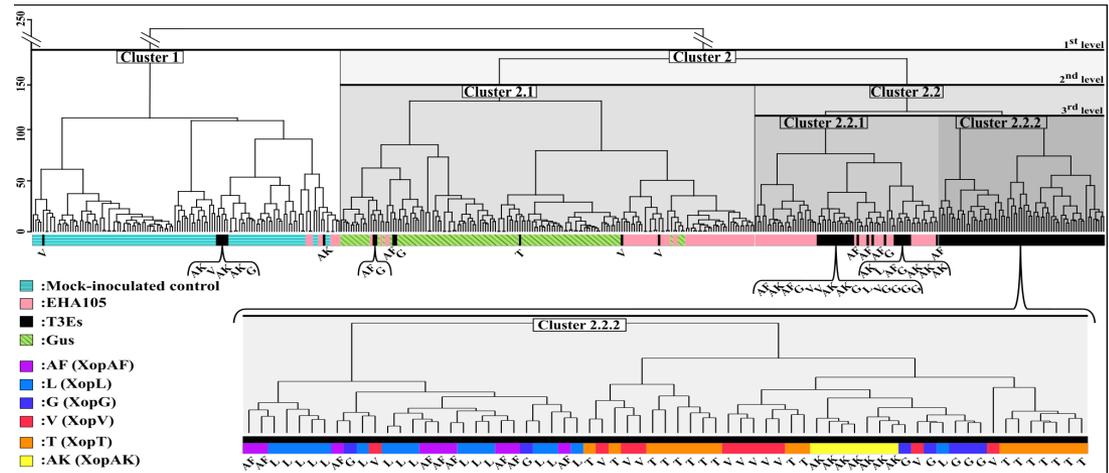
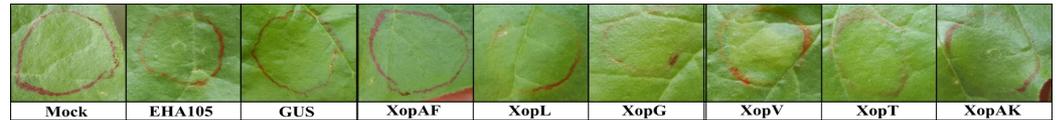
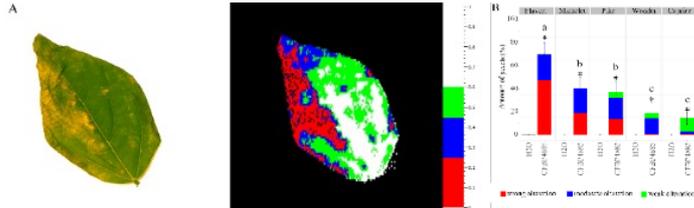
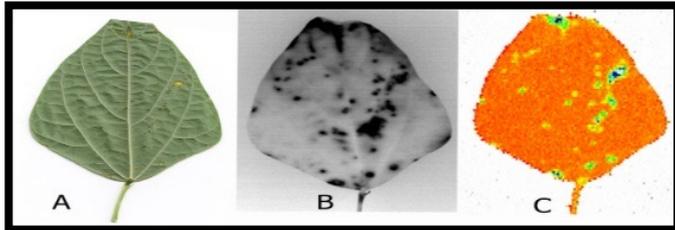


BAS DEBIT

Visible/Spectral

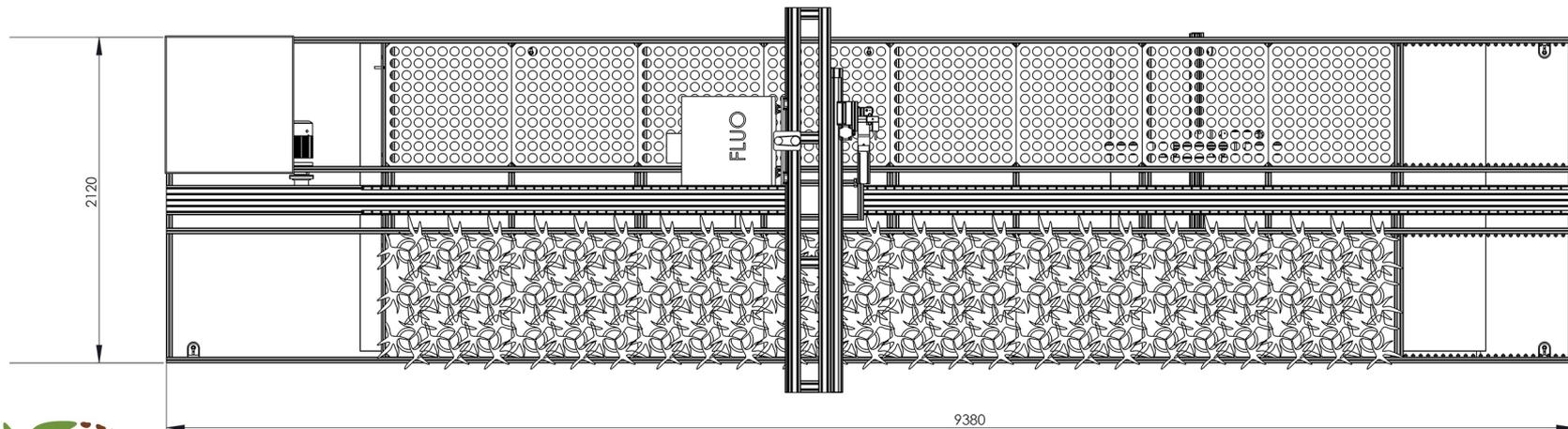
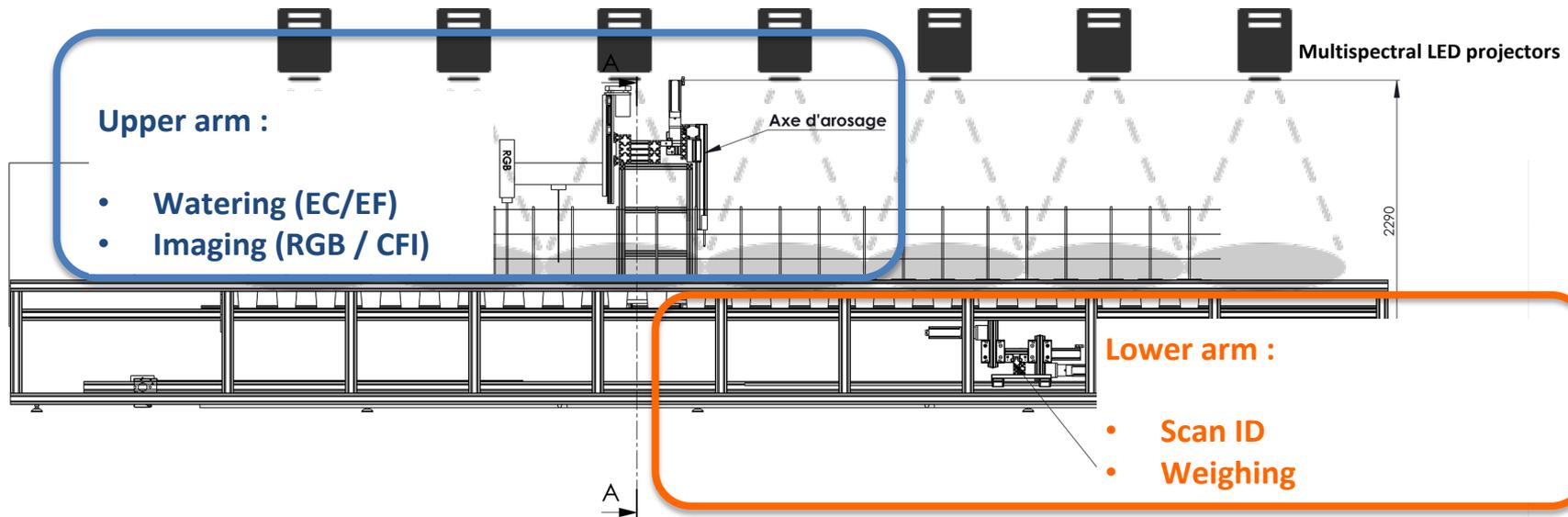
Thermographie

Fluorescence de chlorophylle



- Quantification des symptômes sur feuille
- Recherche de signatures spécifiques de l'impact de différents pathogènes sur plante
- Discrimination de l'impact de différents pathogènes (ou facteurs de virulence) sur plante

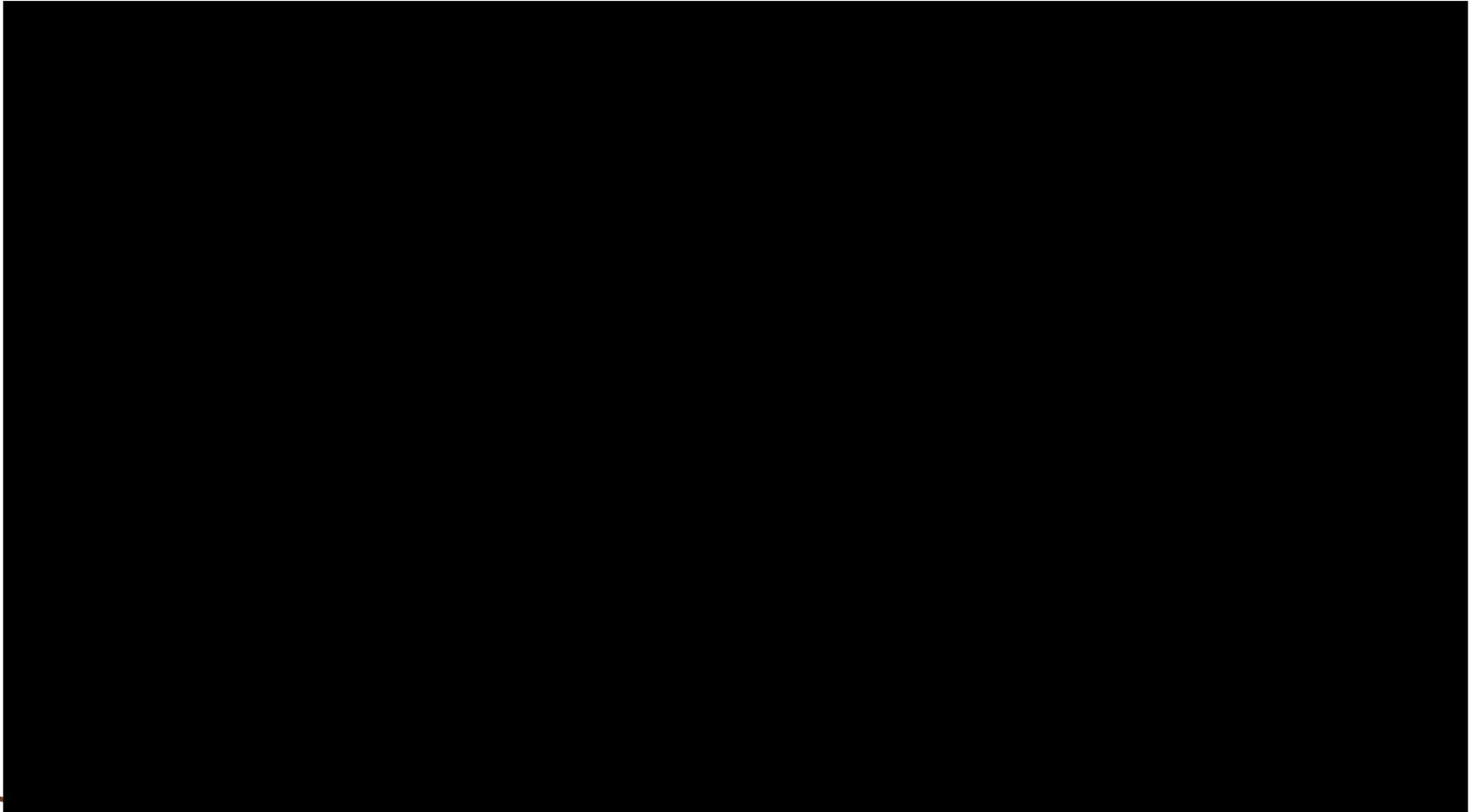
PhenoBean 1 & 2 : enceintes dédiée au phénotypage HD Des parties aériennes de la plante



Max Capacity max: 1600 plantes

PhenoBean 1 :

PHENOBEAN 1: Imagerie Top view seulement



Images RGB chaque jour

Exemple de suivi d'une rosette

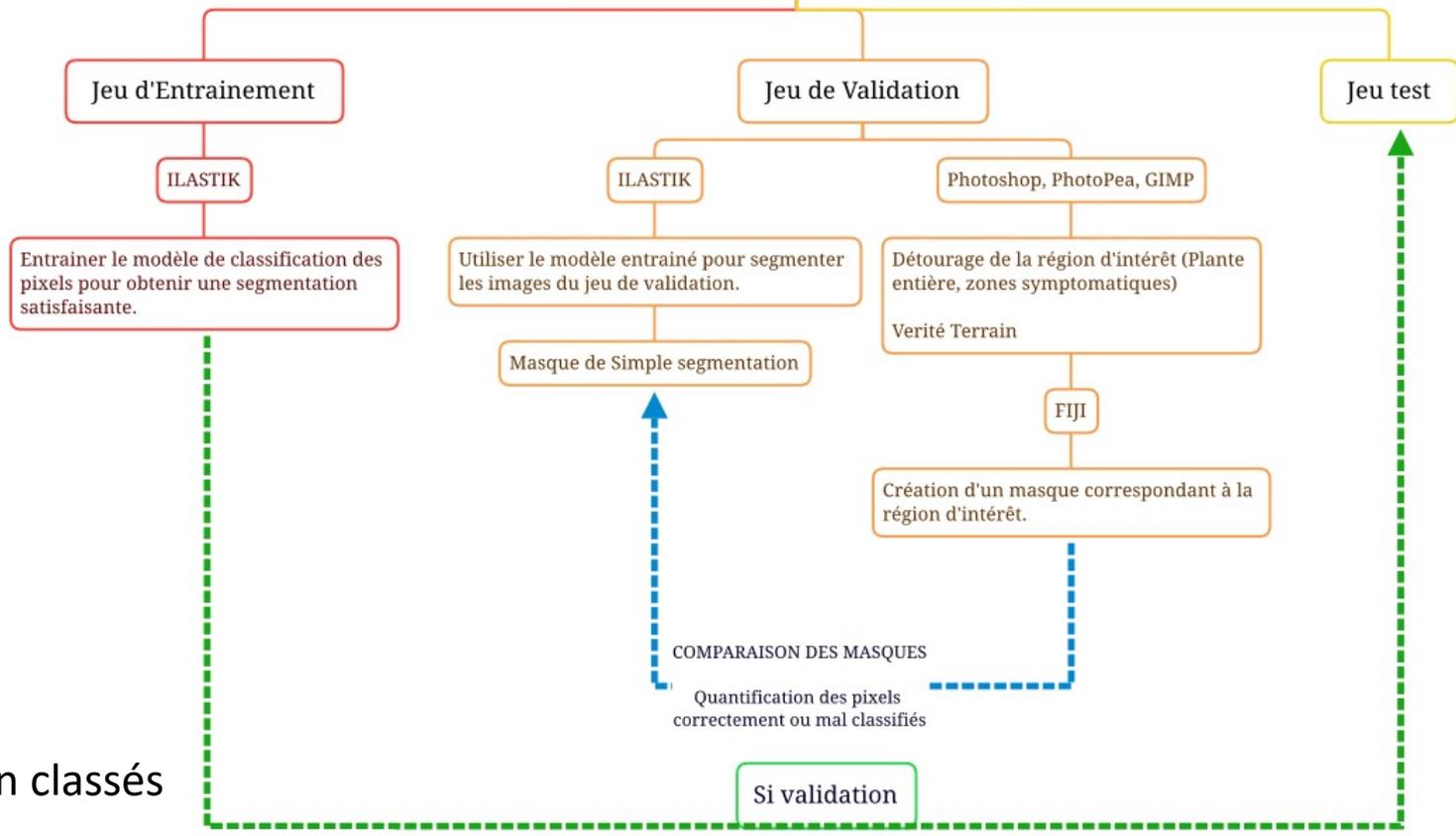
Ler Plante 2
Série N
CLIGDI VEGLAB21



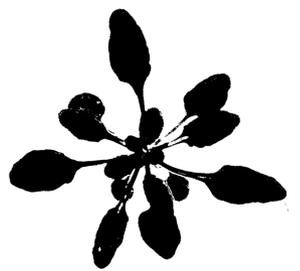
Ler Plante 2
Série N
CLIGDI VEGLAB21

Images Brutes (TIFF ou Jpg)

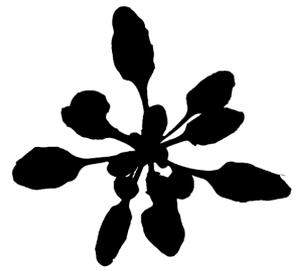
Quantification de la surface de la rosette (en pixels)



> 90% de pixels bien classés



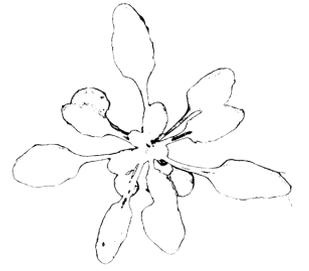
Segmentation ILASTIK



Verité terrain

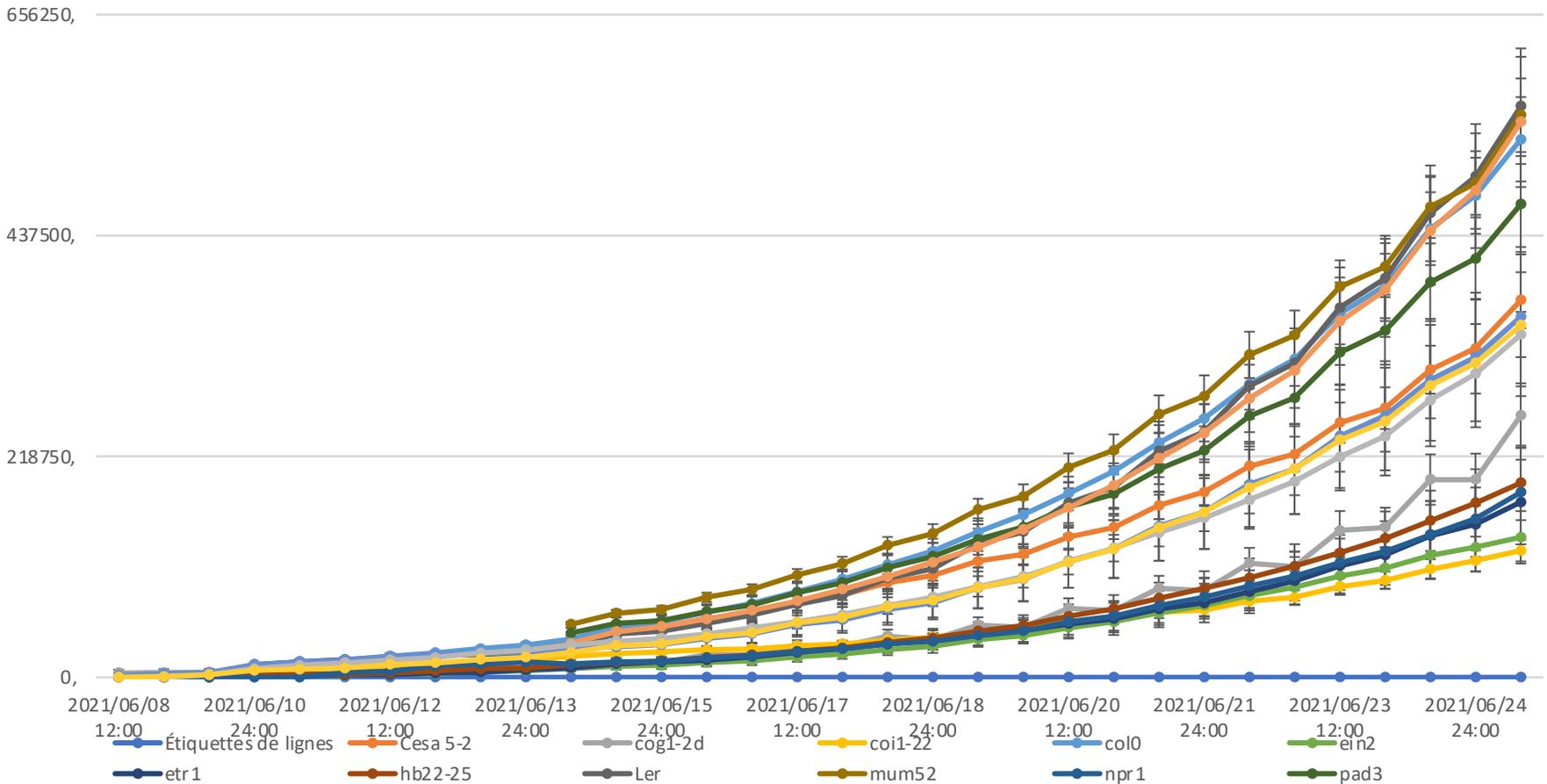


Commun entre Verité terrain et Segmentation Ilastik



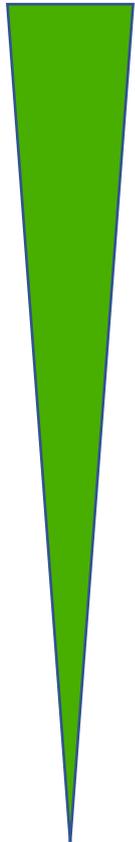
Différences entre Verité terrain et Segmentation Ilastik

Monitoring growth of 14 mutant genotypes of *A. thaliana* and their wt parents



Liste des *A. thaliana* genotypes utilisés

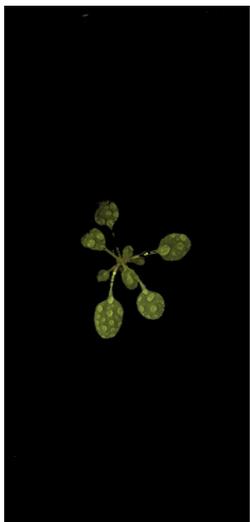
Bigger



Genotype	Nature of the mutation
Ler	Ecotype sauvage
	Affecté dans la production de ramification de xylan sur RG-I
sid 2-2	Mutant de production du SA
Col-0	Ecotype sauvage
pad 3	phytoalexin deficient
Ros 1	Mutant formes actives oxygène
cesa5-2	Affecté dans la production de cellulose
tt5-1 (Ler)	Mutants affectés dans la voie des flavonoïdes (mais non affectés dans l'accumulation de glucosinolates)
tt5 (lignée Salk) : N534145	Mutants affectés dans la voie des flavonoïdes (mais non affectés dans l'accumulation de glucosinolates)
Cog1-2d	gain of function, resistant to aging
hb22-25	loss of function, double mutant, sensitive to aging
npr1	Mutant dans la voie de signalisation SA

Smaller

Images RGB



Masques de segmentation des symptômes

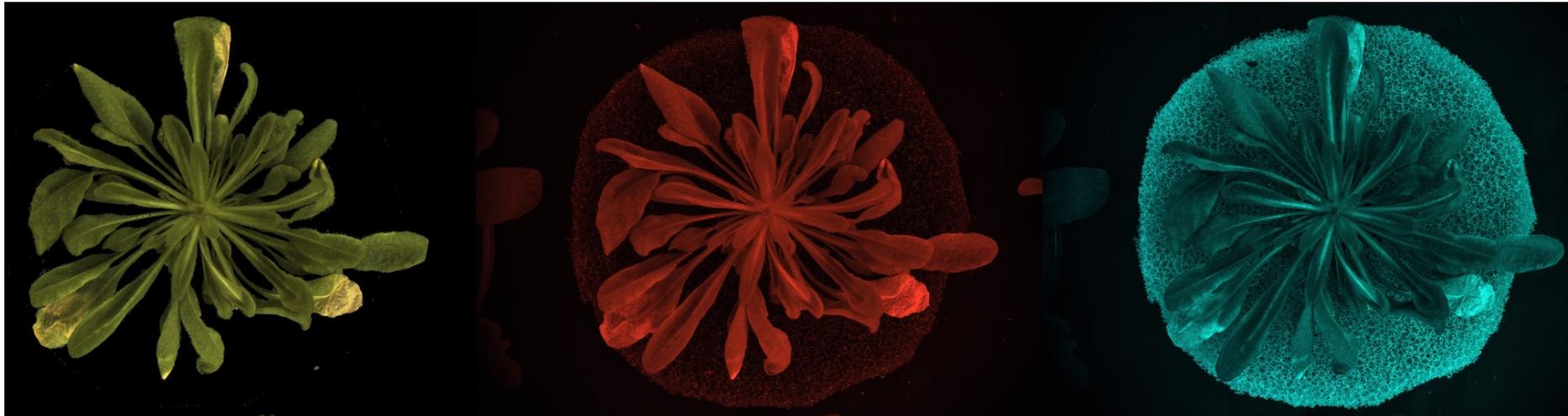


Images RGB



Masques de segmentation des symptômes

1- Test de l'apport de l'imagerie à l'aide de filtres interférentiels.

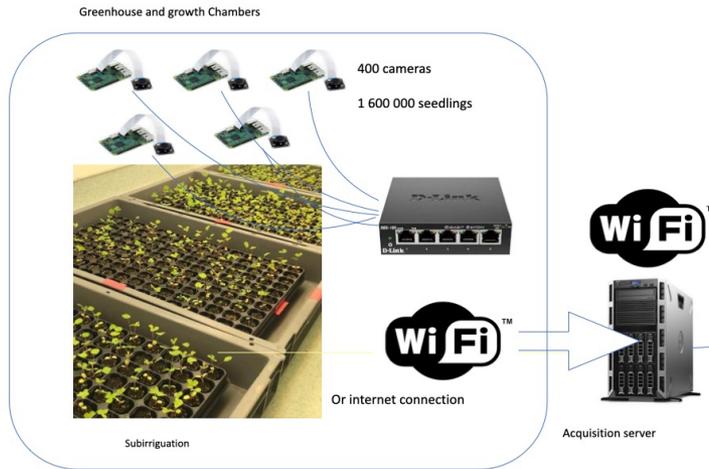


2- Caractérisation de l'interaction de grands nombre de souches (ou communautés) microbiennes avec de nombreux génotypes d'*A. thaliana* (sauvages, mutants):

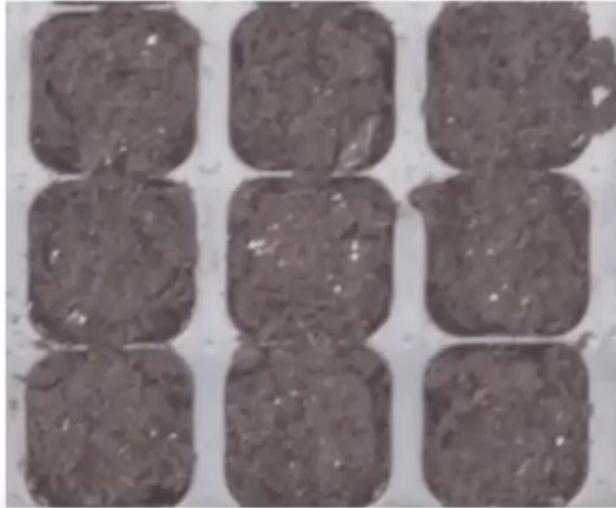
- Quantification des symptômes
- Modélisation de l'évolution des symptômes
- Recherche de phénotypes associés à l'interaction autres que la quantité de lésion?

Reseau de cameras pour le suivi de la croissance verticale in situ.

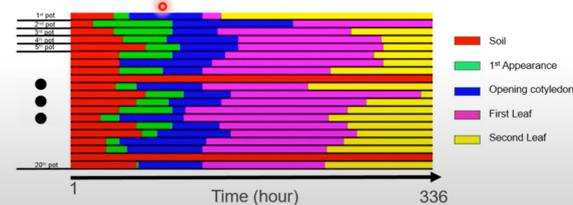
Growth Monitoring by Depth Camera and RGB.



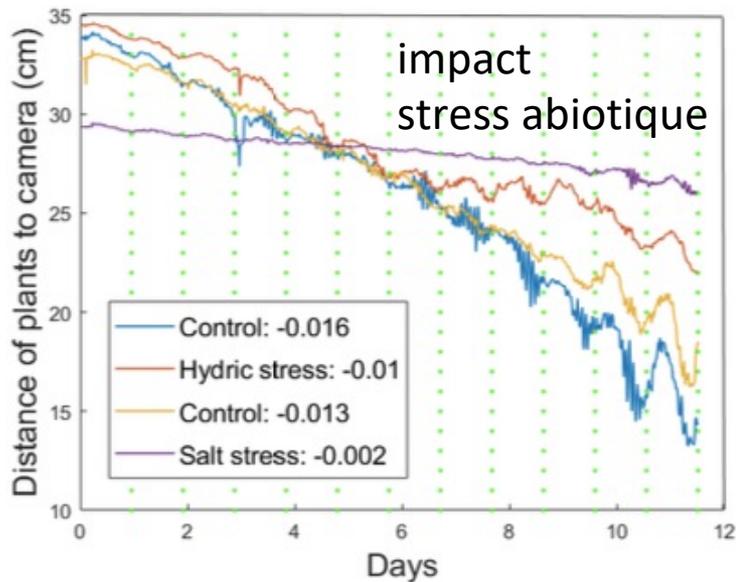
Alfalfa – 16°C/12°C 16h light-8h dark



Dynamic analysis of seedling growth



Samiei S et al (2020) Plant Methods 16, 103



Plant surface evolution over time

Download evolution vector

3D evolution of the average color over time

Difference of growth between 2 times

Times to compare

Before 61432 pixels | +10% | After 67334 pixels

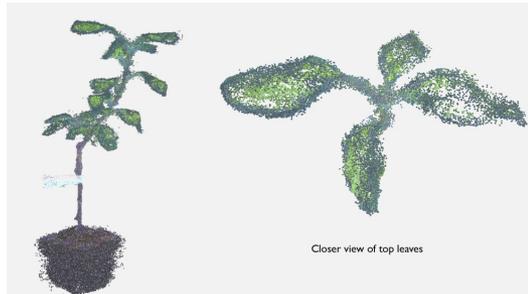
Evolution spatio-spectrale fleurs ornementales



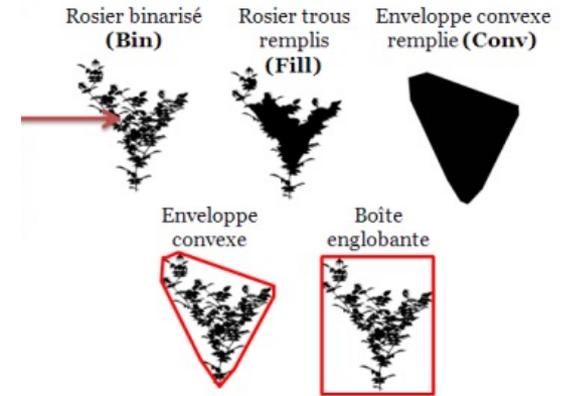
Let the turntable rotate with regular angular intervals.
At each stop take a picture.



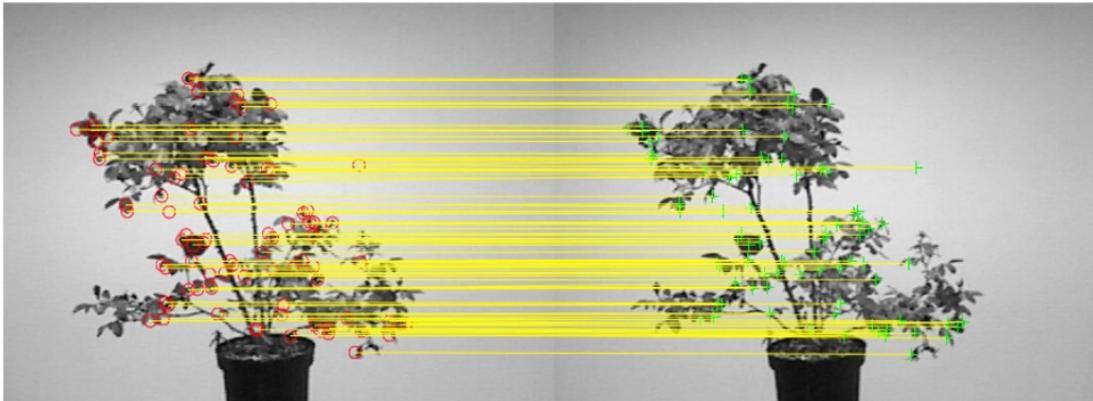
Point clouds from various viewpoints
Each point cloud is reconstructed using N successive images



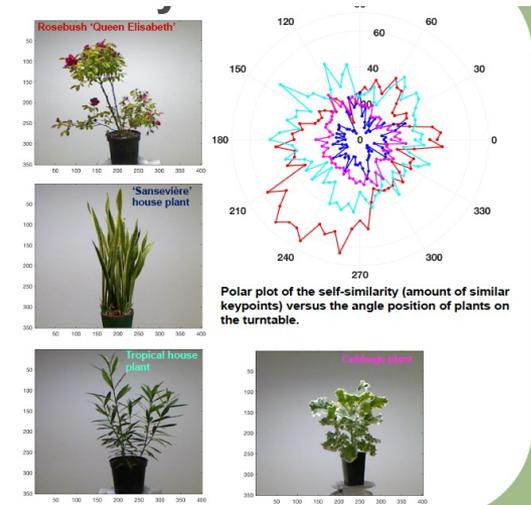
Impact stress sur l'architecture globale des plantes



Impact stress sur feuillage



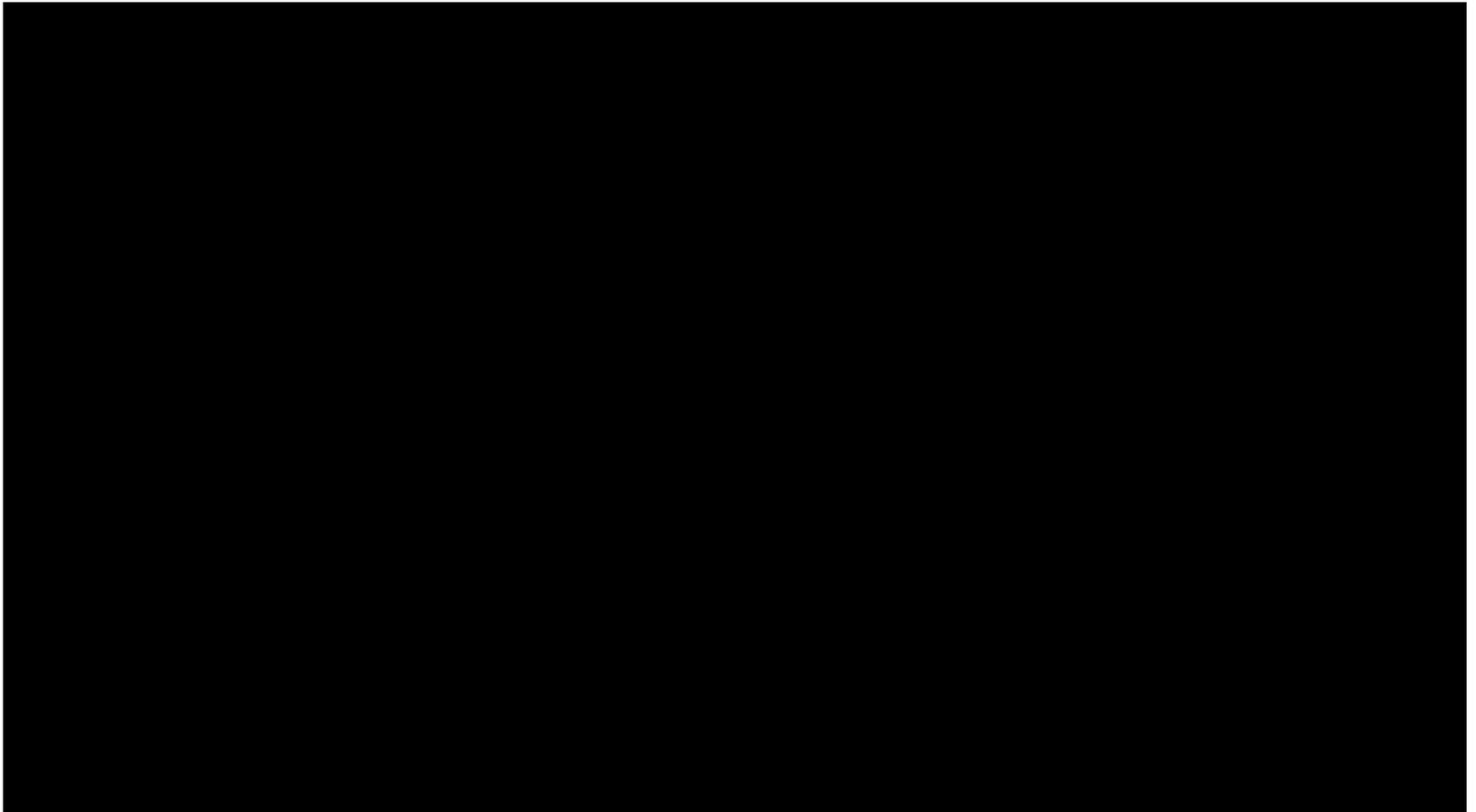
Matched SIFT keypoints in two consecutive frames from a turntable sequence using the alternative matching scheme.



NEW ! Fonctions basiques identiques au Phenobean 1

Valeurs ajoutées :

- Caméras RGB et profondeur portées par bras 6 axes.
- Réseau (Phenogrid) dans plafonnier module pour suivi canopée.



Merci pour votre attention!

Merci à:

Equipe PHENOTIC:

Rémi Gardet
Didier Demilly
Daniel Sochard
Claudine Foubert
Christine Boursier
Et les autres!

Equipe EMERSYS:

V. Méline

Equipe IMHORPHEN:

David Rousseau
...

Modules expérimentaux (Master BV, U. Angers)

2022: F. Allaire, M. Bourgoïn, T. Créte, I. Hounpke,
2021: A. Bosc, T. Grenier, E. Lare,
2020: L. Blanchard, L. Brard, M. Ligonnière